

単純な非言語的表現を用いた、演劇用ロボットの開発

武田 育子[†]

美馬 義亮[†]

人間と共に生活しながら、人間の支援を行う事を目的としたロボットが開発されている。一般家庭向けに発売されたロボットとしては、SONY の AIBO⁽¹⁾を始めとして、多くのロボットがある。ロボットからのメッセージの伝達方法は様々であるが、ここでは電子機器における色彩や発光パターンで構成された単純な非言語的表現に焦点を当てる。本研究は、ロボットのメッセージに人間のような感情要素を付加する事でより直感的にわかりやすく、また親しみやすい表現を模索した。また表現力を応用し、検証する場としてロボットを役者の1人と見立てた演劇を設定する。

Development of robot actor with simple nonverbal expression

IKUKO TAKEDA[†]

YOSHIKI MIMA[†]

Robots which communicate with human are developed to support human daily activity. Home use robots such as AIBO from Sony Corporation, have already used. Then are many ways of communication between robots and human. In this research simple nonverbal communication, which is based on changing colors and controlling its flashing patterns, is focused. The purpose of this system is to make the communication more intuitive using the concept of emotion. As an application of the communication and to evaluate its performance as communication tool, a play, which use a communication robot as an actor, is planned.

1. 背景

1.1 ロボットによるエンタテインメント

人間の生活支援を目的としたコミュニケーションロボットの普及に向けて、様々なロボットが研究、開発されている。そのためには、ロボットと人間のインタラクションについて、実生活における研究を深めていく事が不可欠であると考えられる、しかし、未だ円滑なコミュニケーションを行うのは難しく、ロボット自体も高額であるため、ロボットを生活支援の一部として受け入れる体制はまだ整っていない。その為、実用的化に向けて人間とロボットの日常的なふれあいを試みる研究が行われている。

その様な中、エンタテインメントを通じ、ロボットと人間がふれあう場を提供し、今後の研究に役立てていくとする動きがある。エンタテインメント分野は、一般の人々にも受け入れやすく、また機能的に扱いやすいロボットが存在する為、コミュニケーションロボットの発展、普及を目指す足がかりとして有望であると考えられる。エンタテインメントを目的としたロボットとしては、前述の AIBO、PaPeRo⁽²⁾が挙げられる。

1.2 感情表現とインタラクティブシステム

人間とインタラクティブシステムとのやり取りにおいて、感情を重要視する研究が数多くある。

ノーマンはエモーショナル・デザイン⁽³⁾の中で、感情とは直感的に環境を判断する為の情報処理システムであると位置づけている。また、インタラクティブシステムとの対話において、人間側の関与を引き出す為には、感情の要素を取り入れる事が重要であるとしている。

この観点から小川らは人間とエージェントの間に感情を伴う関係を構築する為に、エージェントが様々なオブジェクトに乗り移る「ITACO システム⁽⁴⁾」を開発しその影響を調査している。

また、岡田らの「感情共感性に基づくロボット介護の可能性⁽⁵⁾」の中では、ロボットを用いた心的療法・ロボットセラピーに向けて、感情移入の観点からアニマルセラピーの調査を行っている。この研究の中で動物が人間に対して感情表現をする事よりも、人間側が積極的に動物側の感情の想起、つまり感情移入を行う事に焦点を当てている。

人間が直感的にロボットの状態を理解できる事は重要であり、本研究では直感的理解の要素として、この感情というシステムに着目する。

1.3 非言語的表現

コミュニケーションロボットと人間のより円滑な交流を実現する為には、親近感を感じやすく状況を直感的に理解できるアウトプットをデザインする必要がある。

ロボットの中には言語を用いたコミュニケーション手段以外に、光や単純な電子音で表情を表現する物がある。それらの表現を用いて、無表情なロボットが表情豊かに感じる例として、スターウォーズの R2D2⁽⁶⁾というキャラクターが挙げられる。R2D2 は、単純な電子音と首ふり

[†] 公立はこだて未来大学大学院システム情報科学研究科
Graduate School of Systems Information Science of
Future University Hakodate

の動作で人間とコミュニケーションを行が、言語を用いないにもかかわらず会話が成立し、あたかも人間のような豊かな感情を持っているかのような印象を与えている。

感情を非言語的に表現する事は、直感的に状態を知らせる為のリソースとなる。現に人間自身のコミュニケーションにおいても、非言語的表現は相手の状況を知るために有益である為、ロボットとのより円滑なコミュニケーションを図る上では、より重要な要素と考えられる。

1.4 演劇用ロボット

非言語的表現を研究する上で、本研究ではロボットを役者の1人と見立てた演劇をフィールドとして設定した。ロボットを用いた演劇の研究は、石黒、平田らによる「ロボット演劇⁽⁷⁾」がある。

演劇を対象とする理由は、インタラクションを起こしやすい場であるだけでなく、実世界よりも理解しやすい感情表現を強く求められるためである。演劇における感情表現は、実生活における表情をより強調して表される。演劇において、伝わりやすい表現を扱う事が出来るならば、実世界でも解りやすい表現が出来ると考えられる。また、実生活のコミュニケーションでは、文脈の存在が重要である。また、単純に出力パターンに関する印象調査を行うよりも、文脈に関連してどのような効果があるかを調査する方が、より直感的に解りやすい表現に繋がる。

1.5 演劇の構造

演劇は演出と役者、役者と観客の相互作用によってストーリーが進んでいく。演出は劇を客観的に見て表現の修正を行い、より良い演劇を作る為には欠かせない存在である。実験で得たデータを使うだけでなく、演出や役者の相互作用によって、よりよくわかりやすい表現を作る事が出来ると考えられる。

なお、役者と観客の関係(図1)においては、観客から役者への作用は少なく主に情報提供に徹するが、観客は提示されたセリフなどの情報以外にも、より積極的に役者の表情や声音を知ろうと注目し、その舞台やキャラクターの意図を理解しようと観察する。

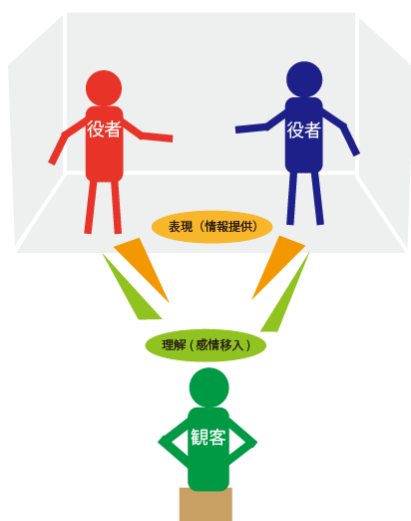


図1 演劇の構造

感情移入という形で積極的にその演劇に関わろうとする。そのため、単純に印象調査をするよりも、負担が少ない状況で観客(ユーザ)に調査を行う事が出来る。

2. 目的

本研究の目的は、非言語情報を用いた演劇用ロボットを開発、運用しその効果を検証する事である。ロボットのアウトプットには色のついた光の点滅パターンと音を用いる。そのため、現在、公立はこだて未来大学の演劇サークルに協力を仰ぎ、プロトタイプロボットを使用した1~2分のショート演劇を予定している。

3. 演劇用ロボットの概要

マイコンの一種である Arduino と多数 LED 制御用 IC「TLC5940NT」を2つ用いて、8つの環状に配置したフルカラーLEDを制御する。

外殻は、外見による先入観を与えない為にシンプルな箱の形を採用し、劇中においては R2D2 のような言葉をしやべらないロボットのキャラクターとして登場させる。

現在の技術では役者の動きに応じて自動的に表現を返す事は難しいため、ロボットの表現のタイミングの計測、出力は手動で行う。

4. 実験

4.1 色光と点滅に関する実験

ロボットの設計や、光のアウトプットを考える為に、点滅のリズムと光の色の関係性を探る為、実験を行った。「色と感情を介したマッピング⁽⁸⁾」では打楽器のリズムが感情を伝えるリソースとなりうる事が発表されているが、本実験では視覚的な点滅の速度の変化と光の色が、どのような印象を与えるかを調査する。Gainer⁽⁹⁾と照明用 LED1 個を用いて、図2のような球型の出力インタフェースを作成し、それを用いて実験を行った。



図2 球体インタフェース

4.1.1 色と表情の選出

本実験では、「赤」「青」「黄」の3つの色と「怒」「哀」「喜」の3つの感情を用いる。色彩心理学⁽¹⁰⁾では、赤は怒り、青は哀しみ、黄は喜びを表しやすいという研究がなされている。また「色と感情を介したマッピング」ではリズムが速いほど怒りや喜びの表情になりやすく、遅いほど哀しみの表情に近付くとされている(図3)。



図3 点滅の早さと感情の関係

本研究では、「ポジティブ・ネガティブ」「テンションの高低」の2項目を感情の要素として扱っており、これはラッセルの円環モデルを参考にしている。感情について調査した結果、ニューロベビー⁽¹¹⁾等の類似する要素を用いた研究が多いこともあり、解りやすいと思われたこの2項目の用語を扱っている。

なお、怒、哀、喜の3つを選出した理由としては、上記の「色と感情を介したマッピング」、「ニューロベビー」の他、多くの感情に関する先行研究を参照した結果、この3つの感情が共通する事が多かった為である。

4.1.2 仮説

上記の説から以下3つの仮定を立てた。

1. 赤かつ速い点滅ほど「怒」の印象を持ちやすい。
2. 青かつ遅い点滅ほど「哀」の印象を持ちやすい。
3. 黄かつ速い点滅ほど「喜」の印象を持ちやすい。

4.1.3 実験手順

この実験では、それぞれ同じ色の光で点滅する場合と点滅しない場合の印象の差異を求める。

今回は、各々の3色の光に「点滅しない」「速い点滅する」「遅く点滅する」の3パターンを用意し、合計9回の試行を行い、印象調査を行った。1試行ごとに、その時に感じた印象を「怒り」「悲しみ」「喜び」の項目に5段階(全くそう思わない、あまりそう思わない、どちらでもない、まあまあそうおもう、とてもそう思う)で点数をつけてもらった。被験者の数は12人で、いずれも20~27歳の大学生である。

4.1.4 実験結果と考察

ここでは各々の感情項目において、最も平均点数の

高かった3パターンと、同じ色の点滅しないパターンと比較し、点滅の効果を検討する。それぞれの結果から5%の有意水準でt検定を行った。なお、自由度11で片側検定を行う時の境界値は1.796である。

表1 各感情における平均値の比較とt値

	赤・速い点滅	赤・点滅なし
5段階平均	4.17	2.75

■怒り…平均点数が高い組合せ：赤かつ早い点滅
片側検定t: 2.837

	青・遅い点滅	青・点滅なし
5段階平均	3.92	3.25

■悲しみ…平均点数が高い組合せ：青かつ遅い点滅
片側検定t: 1.685

	黄・早い点滅	黄・点滅なし
5段階平均	3.83	2.92

■喜び…平均点数が高い組合せ：黄かつ早い点滅
片側検定t: 1.836

まず、一番顕著な結果が出たのは光の色が赤でかつ速い点滅の場合である。点滅がない場合と比べると、1.42点も差があり、また帰無仮説が棄却された。よって、点滅しない時よりも、速い点滅を行う方が、「怒」の表情を表しやすい事が考えられる。次に色が黄かつ速い場合も、帰無仮説が棄却され、有意な差があると考えられる。

しかし、青でかつ点滅が遅い場合では、平均点数は点滅しない時よりも高いものの、帰無仮説が棄却されず、有意な差があるという結果には至らなかった。

そこで1つのLEDでは限界があると考え、さらに以下の実験を行った。

4.2 色と光のパターンに関する実験

色光と点滅に関する実験を元に、光のアウトプットに表現の幅を持たせるために、LEDを8つ使用すると仮定して、環状に配置した8つのLEDを模したアニメーション(図4)を作成し、光の動きが伴う場合の印象に関する実験を行った。

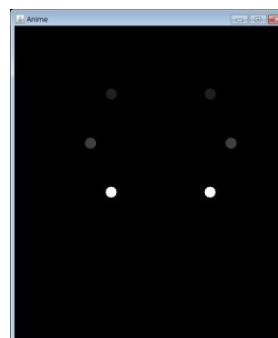


図4 環状に配置したLEDのアニメーション

4.2.1 LED パターン

実験に使用した点灯パターンは5種類で、上から下へ流れるような動きを行う A1、下から上へ流れるような動きを行う A2、右から左へ流れるような動きを行う A3、4つのLEDが交互に光る A4、時計回りの回転を行う A5 である。このアニメーションの詳細を図5に記す。

これらを提示する事で、各パターンがどのような感情をを想起しやすいのか印象実験を行った。

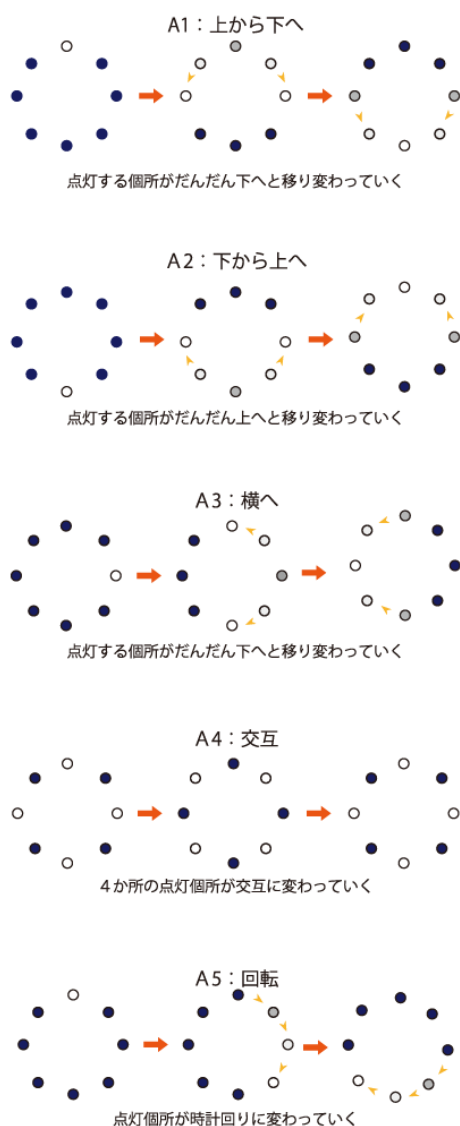


図5 点灯パターン

4.2.2 仮説

動きの印象から、以下3つの仮説を立てた。

1. A2、A5は喜びを感じやすい
2. A4は怒りを感じやすい
3. A1は哀しみを感じやすい

4.2.3 実験手順

最初は8つの白い丸が点滅しているアニメーションを見せ、5秒後にパターン(条件によっては色)を変える。上記5つのアニメーションと、感情の方向性が似ていると仮定した色と組合せた4つのアニメーションを被験者に提示する。合計9回の試行で印象調査を行った。1試行ごとに、その時に感じた印象を前回の「怒」「悲」「喜」の3項目と、新たに感情の要素である「テンションの高低」「ポジティブ/ネガティブ」の項目を加え、7項目4段階で点数をつけてもらった。被験者の数は12人で、いずれも20~27歳の大学生である。

4.2.4 実験結果

アンケート項目毎に、有用性があると考えられるパターンをピックアップし、「テンションの高低」の関係性を図6に、「ポジティブ/ネガティブ」を図7に、「怒」「哀」「喜」をそれぞれ図8に示す。

A1は「テンションの高低」の数値が低く出ている。このことから、このパターンは「テンションの低い」感情要素を持っていると考えられる。また、色を青に変えてみたところ、「哀」の点数がより高くなった。A2はテンションが高く、「喜」の数値が高かった。しかし、色を赤にしたところ、9試行の中で最も「怒」の高い数値を示していた。このことからA2はテンションの高い要素を持っており、かつ色に影響されやすい動きだという事が考えられる。

A4は予想に反して、怒りというよりはテンションの高い要素を持っている動きと考えられる。A5は「テンションの高い」の数値が他の感情の数値よりも最も高かった。アンケートによるとA5よりもA2の方が強い喜びのイメージがある、と感じていた人が多かった。なお、A3はどの項目に関しても誤差範囲が広く有用なデータは得られなかった。

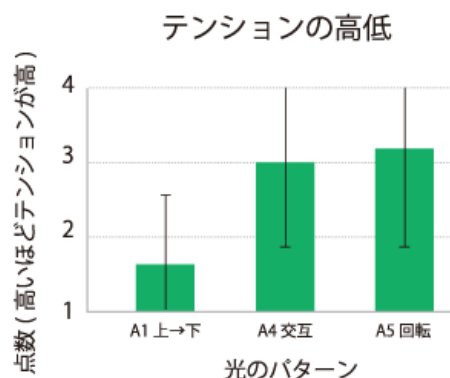


図6 テンションの高低

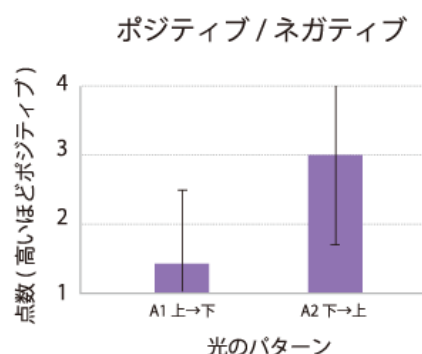


図7 ポジティブ/ネガティブ

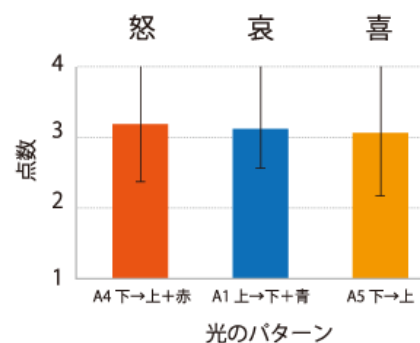


図8 怒・哀・喜

5. 先行研究

以下に、本論文で使用した先行研究の解説を記す。

5.1 ロボット演劇

ロボットを1人の役者として見立てて行う演劇である。今までに三菱重工業の開発したコミュニケーションロボット wakamaru⁽¹²⁾を用いた「働く私」と、人間そっくりなロボットを用いた「さよなら」が上演されている。この演劇におけるロボットの感情自体を探るリソースは、基本的に言葉や立ち位置である。ここで、新たな観点として、非言語的でより直感的に理解できる表情表現をつけることで観客や役者自身の積極的な相互作用を引き出す面に注目する。

5.2 ITACO システム

画面の中にいる擬人化エージェントが、ランプ等の様々なオブジェクトに乗り移るというコンセプトのシステムである。例えば、画面内のエージェントに「電気をつけて」と指令を出すと、画面の中のエージェントが消え部屋の照明が付く、と言ったあたかもエージェントが電気に乗り移ったかのような印象を与える。この研究では、インタラクティブシステムとユーザと情動を介した関係に焦点を当てており、エージェントが動いたり消えたりする事で人間がどのような感情を抱くかを調査している。

5.3 ロボットセラピー

動物にふれ合う事で心的療法を目指す、アニマルセラピーという心的療法がある。しかし、アニマルセラピーは患者のアレルギー等、衛生上の問題も数多く挙げられている。そこで、動物の代わりにロボット用い

て同様の治療効果を得る為に、「ロボットセラピー」として様々な研究がなされている。例えば、メンタルコミットロボット・パロ⁽¹³⁾はアザラシ型のロボットと触れ合う事で心的療法を目指している。また岡田らの「感情共感性に基づくロボット介護の可能性」においては、共感、感情移入という概念に着目し、ロボットセラピーの効果を研究する前段階として、アニマルセラピーに適した動物がどのような特徴を持っているのか、調査している。

5.4 色彩心理学

人間は、ある特定の色についてある感情のイメージを持ちやすいという研究がなされている。色に関する印象については下記の表2のような例がある。

この研究により、色光による視覚的に単純な表現が、特定の感情を想起させる事は可能であると考えている。

表2 色とその印象

色	印象
赤	怒り、情熱、攻撃、不快
黄	喜び、軽い、明るい、愉快、快適
青	悲しみ、寂しさ、清涼感、落ち着き

5.5 色と感情を介したマッピング

感情を表現する手法としての音楽に注目し、感情を色と音と対応付け、マッピングする事を目的とした研究である。打楽器におけるリズムと色の表現を対応付け、画面内にある色の付いたブロックを積み重ねる事という行為で、直感的に作曲のできるシステムを目指している。この研究より、色のついた光と視覚的な点滅のリズムにおける印象効果の仮定を行った。

6. 発展的課題

実験で使用した表現を、実際に演劇に用いて検証を行う予定である。図9は、演劇のイメージである。



図9 ロボット演劇のイメージ

6.1 短時間(1 分間)演劇

1 分間の同じ台本でかつロボットのための反応を変える事でどのようなストーリー解釈の差異が生まれるのかを探っていく。

6.1.1 ショートストーリーの作成

学内の演劇部の協力を得て、実験者の共感を得るために、日常においてありがちな状況かつ喜、怒、哀の3つの感情を伴っても違和感のないショートストーリーを作成した。

具体的には「テレビを付けていて、他人がチャンネルを変える状況」に注目し、「ロボットがテレビを見ており、直後に人が断りもなくチャンネルを変える」という場面の流れを用いて演劇を作成する。

6.1.2 演劇の流れ

まず、ロボットがテレビを見ているところに人間が現れ、世間話をしながらロボットと交流をする姿を描く。次に人間とロボットと一緒にテレビを見ている中で人間がこっそりテレビのチャンネルを変える。それに対してロボットが、前述の実験を踏まえた「喜」「怒」「哀」の3つの感情のいずれかを表現する。各感情ごと、3パターンの演劇を作成し、実験に用いる。

なお、ロボットは人間と会話をしているように見せかけるべく、最後の感情表現を行うだけでなく、人間への「同意」など平静時における反応もするように演出する。また、演劇内のロボットの反応は前述の実験演劇部の人々と共に演出を行っていく。

6.1.3 実験手順

被験者に、前述の3パターン演劇を撮影した映像を鑑賞してもらい、ロボットがどのような感情を抱いているように見えるかだけでなく、ロボット自身がどの

ように考えた上でその感情を表現したか、ロボットにどのような印象を受けたかを質問する。

6.1.4 予想

同じ演劇の流れでも、ロボットの反応によって異なるストーリーの解釈が行われると予想される。例として、「哀しみ」を表した場合は「チャンネルが勝手に変えられた」「見ていたテレビの場面を見逃した」という理由付けが出来ると予想されるし、「喜び」を表した場合には「テレビがお笑い番組になった」というような解釈が行われると予想している。

7. まとめ

今回は、単純な表現を行うロボットを、実際の演劇に活用する前段階として、色光の表現に関する効果を調査し、色の種類や点滅の速度、動きの傾向が、感情の想起に影響を与える事がわかった。現在は、公立はこだて未来大学の演劇サークルと協力して、ロボットの表現を演劇に使用し、実験を行う予定である。

参 考 文 献

- 1) SONY: AIBO, <http://www.sony.jp/products/Consumer/aibo/>
- 2) NEC: PaPeRo, <http://www.nec.co.jp/products/robot/>
- 3) ドナルド・A・ノーマン:エモーショナル・デザイン, 新曜社(2008)
- 4) 小川浩平,小野哲雄:ITACO:人間-インタラクティブシステム間における感情を伴った関係の構築, 情報処理学会(2008)
- 5) 岡田 益美, 内田 恭子, 小田 美映子, 岡田 美智男, 小野 茂:感情共感性に基づくロボット介護の可能性, ヒューマンインタフェース学会研究報告集(2005)
- 6) 20th Century Fox:Star Wars, <http://www.starwars.com/>
- 7) 大阪大学コミュニケーションデザイン・センター:ロボット演劇, 大阪大学出版会(2010.2)
- 8) 金箱淳一,藤田ハミド:色と感情を介したマッピング- マッピング規則の抽出と作曲支援システムへの応用-,日本ソフトウェア科学会(2005)
- 9) GainerBook Labo, くるくる研究室:+Gainer,オーム社(2008)
- 10) 日本色彩学会: 新編色彩科学ハンドブック, 東京大学出版会(2011)
- 11) 柿本正憲,土佐尚子,森淳一,真田麻子:音声に反応する表情合成システム「ニューロベビー」, 情報処理学会(1992)
- 12) 三菱重工:wakamaru,<http://www.mhi.co.jp/products/detail/wakamaru.html>
- 13) 株式会社知能システム:メンタルコミットロボット「パロ」, <http://intelligent-system.jp/>